

KÉMIAI OLIMPIA

60. évfolyam, 2023/2024-es iskolai év

D kategória

Házi forduló

**AZ ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI FELADATOK
MEGOLDÁSAI ÉS ÉRTÉKELÉSE**

AZ ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI FELADATOK MEGOLDÁSAI ÉS ÉRTÉKELÉSE

Kémiai Olimpia – D kategória – 60.évfolyam – 2023/2024-es iskolai év
Házi forduló

Adriána Cisková, Jela Nociarová

Maximálisan elérhető pontszám: 60 pont
A megoldás időtartama: időben nem korlátozott

1. Feladat megoldása Magnézium- és a kalciumvegyületek (25 pont)

a) 4 pont

MgO, MgCl₂, MgS, MgCO₃, Mg(HCO₃)₂, MgSO₄, Mg(HSO₄)₂, MgF₂

CaO, CaCl₂, CaS, CaCO₃, Ca(HCO₃)₂, CaSO₄, Ca(HSO₄)₂, CaF₂

Értékelés: minden helyes képletért 0,5 pont (a feladatra max. 4 pont adható, legfeljebb 8 tetszőleges vegyület képlete értékelhető a fenti megoldások közül)

b) 4pont

MgO – oxid horečnatý / magnézium-oxid	CaO – oxid vápenatý / kalcium-oxid
MgCl ₂ – chlorid horečnatý / magnézium-klorid	CaCl ₂ – chlorid vápenatý / kalcium-klorid
MgS – sulfid horečnatý magnézium-szulfid	CaS – sulfid vápenatý / kalcium-szulfid
MgCO ₃ – uhličitan horečnatý /magnézium-karbonát	CaCO ₃ – uhličitan vápenatý / kalcium-karbonát
Mg(HCO ₃) ₂ – hydrogenuhličitan horečnatý / magnézium-hidrogénkarbonát	Ca(HCO ₃) ₂ – hydrogenuhličitan vápenatý / kalcium-hidrogénkarbonát
MgSO ₄ – síran horečnatý / magnézium-szulfát	CaSO ₄ – síran vápenatý / kalcium-szulfát
Mg(HSO ₄) ₂ – hidrogensíran horečnatý / magnézium-hidrogénszulfát	Ca(HSO ₄) ₂ – hidrogensíran vápenatý / kalcium-hidrogénszulfát
MgF ₂ – fluorid horečnatý / magnézium-fluorid	CaF ₂ – fluorid vápenatý / kalcium-fluorid

Értékelés: a felsorolt (magyar vagy szlovák) megnevezésért egyenként 0,5 pont jár (a feladatra max. 4 pont adható, legfeljebb 8 tetszőleges vegyület képlete értékelhető a fenti megoldások közül)

- c) 1 pont $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
 1 pont A magnézium-szulfát a táblázatban felsorolt többi vegyülethez képest magas oldhatósági értékkel rendelkezik, ami azt jelenti, hogy vízben oldódik, ezért nedves környezetben a természetben nem található meg.
- d) 1 pont Keserűsó vagy Epsom-só vagy epsomit
Megoldásként elfogadható a fentiek bármelyike.
- e) 1 pont A kőzet ásványi anyagokból áll, ami változatos szeretlen természeti képződmény. Kémiai szempontból anyagok keveréke.
 Az ásvány homogén szeretlen természetes anyag, amelynek összetétele, belső szerkezete és tulajdonságai minden részében azonosak.
- f) 2 pont Gipszkő – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 Kalcit – CaCO_3
 Magnezit – MgCO_3
 Aragonit – CaCO_3
- g) 1 pont Az említett ásványok közül a gipsz az egyetlen, amely nem lép reakcióba híg sósavval. A kalcit és az aragonit hidegen is reagál, a magnezit pedig melegítés után.
 $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{MgCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Megjegyzés: elegendő 1 kémia reakcióegyenlet az értékeléshez.
- h) Először kiszámítjuk a 250, 0 ml $w=0,05$ tömegtörtű sósav-oldat tömegét:
 $\rho(5\% \text{HCl}) = m(5\% \text{HCl}) / V(5\% \text{HCl})$
 $m(5\% \text{HCl}) = \rho(5\% \text{HCl}) \cdot V(5\% \text{HCl})$
 $m(5\% \text{HCl}) = 1025 \text{ g/dm}^3 \cdot 0,250 \text{ dm}^3$
 2 pont $m(5\% \text{HCl}) = 256,25 \text{ g}$

Majd fordított arányossággal kiszámítjuk a 36%-os HCl-oldat tömegét:

$$\begin{array}{l} \uparrow \\ 0,05 \dots 256,25 \text{ g} \\ 0,36 \dots x \text{ g} \end{array} \quad \downarrow$$

2 pont $x = 0,05 \cdot 256,25 \text{ g} / 0,36$
 $x = 35,59 \text{ g}$

Legvégül kiszámítjuk a sűrűség segítségével a HCl-oldat térfogatát:

2 pont $\rho(\text{HCl}, 36 \%) = m(\text{HCl}, 36 \%) / V(\text{HCl}, 36 \%)$
 $V(\text{HCl}, 36 \%) = m(\text{HCl}, 36 \%) / \rho(\text{HCl}, 36 \%)$
 $V(\text{HCl}, 36 \%) = 35,59 \text{ g} / 1,180 \text{ g/cm}^3$
 $V(\text{HCl}, 36 \%) = 30,20 \text{ cm}^3$

Bármilyen más helyes megoldás is maximális pontszámmal értékelhető.

- i) 1 pont $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ – hemihidrát síranu vápenatého / kalcium-szulfát hemihidrátja
- j) 1 pont $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} + 1,5 \text{H}_2\text{O}$
- k) 2 pont 1. 7,5 mol víz
2. 27 g víz

2. Feladat megoldása Szabad szemmel nem látható (10 pont)

- a) 0,5 pont Mg – Ca
0,5 pont O – S
0,5 pont F – Cl
- b) 1,5 pont Mg^{2+} , F^- , O^{2-}
- c) 1 pont 1. ${}_{17}^{35}\text{Cl}^-$, ${}_{17}^{35}\text{Cl}$,
1,5 pont 2. ${}_{17}^{35}\text{Cl}^-$, ${}_{20}^{40}\text{Ca}^{2+}$, ${}_{16}^{34}\text{S}^{2-}$
1,5 pont 3. ${}_{17}^{35}\text{Cl}^-$, ${}_{17}^{35}\text{Cl}$, ${}_{16}^{34}\text{S}$

Értékelés: minden egyes részecskéért 0,5 pont jár.

- d) 0,5 pont 1. b)
 0,5 pont 2. a)
 0,5 pont 3. a)
 0,5 pont 4. c)
 0,5 pont 5. c)
 0,5 pont 6. a)

3. Feladat megoldása A „szép-, hasznos- és káros“ mészkő (25 pont)

- a) 2 pont $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- b) 1 pont A savas eső pH-ja alacsony, és reakcióba lép a mészkővel, amit lebont, és ezzel a mészkőhegyek vagy szobrok szétesését idézik elő.
- c) 0,5 pont A kokszt olyan tüzelőanyag, amit az illékony komponensektől megfosztott feketeszénből nyernek. Kémiai szempontból szén.
- d) 1,5 pont Égetett mész – CaO
 Oltott mész – $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 A gáznemű melléktermék – CO_2
Értékelés: minden egyes képletért 0,5 pont jár.
- e) 1 pont $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CaO}$
- f) 1 pont kémiai bomlás, endoterm reakció
- g) 1 pont A szén-dioxid egy savképző oxid, és a savas eső része. A savas eső üvegházhatást és globális felmelegedést okoz.
 B) kisebb mint 7
 1 pont
- h) 1 pont $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
- i) 1 pont A kalcium-hidroxid a levegőben jelenlévő szén-dioxid hatására megkeményedik, mivel kalcium-karbonát képződik, miközben a víz elpárolog.
 1 pont $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

- j) 1 pont fehérítés, falak fertőtlenítése, savas kémhatású talaj kezelése, cukor- és szódagyártás
- k) 1 pont $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
1 pont kék színváltozás
- l) 0,5 pont nátrium kation, Na^+
- m) 0,5 pont CaCO_3
- n) 0,5 pont $\text{Ca(HCO}_3)_2$ $\text{Mg(HCO}_3)_2$
- o) 1 pont $\text{Ca(HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- p) 1 pont CaSO_4 MgSO_4 CaCl_2 MgCl_2
- q) 1 pont $\text{MgSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgCO}_3$
 $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{MgCO}_3$
A fenti reakcióegyenletek bármelyike elfogadható.
- r) 0,5 pont Például citromsavval vagy ecettel reagálva jól oldódó kalciumsók keletkeznek.
- s) $M(\text{Ca}^{2+}) = 40,1 \text{ g/mol}$

A levett vízminta 1 dm^3 -ben található 108 mg kalcium kationok anyagmennyisége:

$$n(\text{Ca}^{2+}) = m(\text{Ca}^{2+})/M(\text{Ca}^{2+})$$

0,5 pont $n(\text{Ca}^{2+}) = 0,108 \text{ g} / 40,1 \text{ g/mol}$

$$n(\text{Ca}^{2+}) = 0,00269 \text{ mol}$$

0,5 pont Mivel a kalcium kationok adott anyagmennyisége 1 dm^3 vízmintában oldott állapotban található, így a kalcium kationok koncentrációja $c(\text{Ca}^{2+}) = 0,00269 \text{ mol/dm}^3 = 2,69 \text{ mmol/dm}^3$

Analogikusan számítjuk ki $c(\text{Mg}^{2+})$:

0,5 pont $M(\text{Mg}^{2+}) = 24,4 \text{ g/mol}$

$$n(\text{Mg}^{2+}) = 0,015 \text{ g} / 24,4 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{Mg}^{2+}) = 0,00061 \text{ mol}$$

0,5 pont Hasonlóan az adott anyagmennyiség található 1 dm^3 vízmintában, érvényes, hogy

$$c(\text{Mg}^{2+}) = 0,00061 \text{ mol/dm}^3 = 0,61 \text{ mmol/dm}^3$$

t) A vízkeménység német keménységi fokban történő meghatározásához ismernünk kell a kalcium- és magnéziumkationok koncentrációjának összegét, mmol/dm³-ben kifejezve:

0,5 pont $c(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) =$
 $= 2,69 \text{ mmol/dm}^3 + 0,61 \text{ mmol/dm}^3 = 3,30 \text{ mmol/dm}^3$

Egyenes arányosság alkalmazásával:

1 német keménységi fok 0,1783 mmol/dm³

0,5 pont x német keménységi fok..... 3,30 mmol/dm³
 $x = 3,30/0,1783 \cdot 1 = 18,5$ német keménységi fok

0,5 pont A víz keménysége megközelítőleg 18,5 német keménységi fok, és a táblázati értékek alapján a víz kemény.

u) 1 liter vízmintában 108 mg kalcium kation és 15 mg magnézium kation található.

Ismét egyenes arányosságot alkalmazunk a kiszámított tömegértékek és a feladványban megadott adatokkal:

1,00 g CaCO₃ 0,40 g Ca²⁺ -t tartalmaz

0,5 pont x g CaCO₃0,108 g Ca²⁺
 $x = 0,108/0,40 \cdot 1 = 0,270$ g

Hasonlóan számítjuk ki a keletkezett MgCO₃ tömegét is:

1,00 g MgCO₃ 0,29 g Mg²⁺ -t tartalmaz

0,5 pont x g MgCO₃0,015 g Mg²⁺
 $x = 0,015/0,29 \cdot 1 = 0,052$ g

0,5 pont A keletkezett vízkő össztömege: 0,270 g + 0,052 g = 0,322 g.

A GYAKORLATI RÉSZ FELADATAINAK MEGOLDÁSA ÉS ÉRTÉKELÉSE

Kémiai Olimpia – D kategória – 60.évfolyam – 2023/2024-es iskolai év

Házi forduló

Jana Chrappová

1. Feladata: A citromsav kalcium sójának előállítása (15 pont)

Munkamenet (7 pont)

- 1 pont a kiindulási anyagok (reagensek) tömegének bemérése.
- 1 pont citromsav-oldat készítése.
- 1 pont a citromsav és a CaCO_3 reakciója hidegen (melegítés előtt)
- 1 pont a reakciórendszer melegítése és forralása.
- 1 pont dekantálás.
- 1 pont a szűrőpapír formázása/hajtogatása és a sima szűrőn történő szűrés helyes eljárása.
- 1 pont a termék kiszáritása.

Eredmények és megfigyelések (2 pont)

- 0,5 pont Megfigyelés a melegítés során: először az oldatban feloldott CO_2 buborékok szabadulnak fel, majd fehér csapadék válik ki.
- 1 pont A termék tömegének meghatározása.
- 0,5 pont A termék küllemének jellemzése: fehér por alakú anyag

Kérdések: (6 pont)

$$m(\text{citromsav}) = 3,10 \text{ g} \qquad V(\text{H}_2\text{O}) = 60,0 \text{ cm}^3 \qquad \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$w(\text{citromsav}) = \frac{m(\text{citromsav})}{m(\text{citromsav-oldat})}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot 60 \text{ cm}^3 = 60 \text{ g} \qquad \mathbf{1 \text{ pont}}$$

$$m(\text{citromsav-oldat}) = m(\text{citromsav}) + m(\text{H}_2\text{O})$$

$$m(\text{citromsav-oldat}) = 3,10 \text{ g} + 60 \text{ g} = 63,1 \text{ g} \qquad \mathbf{1 \text{ pont}}$$

$$w(\text{citromsav}) = \frac{3,10 \text{ g}}{63,1 \text{ g}} = 0,0491 = 4,91 \% \qquad \mathbf{1 \text{ pont}}$$

1. A citromsav és CaCO_3 reakciójával CO_2 képződik. **1 pont**

2. a) *dekantáció / dekantálás* **1 pont**

b) *a szűrőpapíron felfogott csapadék átmosása* **1 pont**

2. Feladat: A citromsav és kalcium sójának feloldása (12 pont)

Munkamenet (5 pont)

1 pont A kiindulási anyagok (reagensek) bemérése.

1 pont Oldat elkészítése és annak meghatározása, hogy a citromsav vízben történő oldódása exoterm vagy endoterm folyamat-e.

1 pont A kalcium-citrát feloldása citromsav-oldatában.

1 pont A kalcium-citrát feloldása

1 pont a szűrőpapír formázása/hajtogatása és a redős szűrőn történő szűrés helyes eljárása.

A citromsav feloldása (3 pont)

1 pont A citromsav feloldása után a hőmérsékletnek $1 - 2\text{ }^\circ\text{C}$ - kal kell csökkennie.

2 pont A citromsav oldat készítése során a hő nyelődik el, a citromsav oldódása vízben endoterm folyamat.

A citromsav kalcium sójának feloldása (4 pont)

Példa a táblázat kitöltésére:

Főzőpohár	pH	Az oldódás során megfigyelt változások
A	3 - 4	A só feloldódik, miközben átlátszó oldat keletkezik.
B	6	A só, még 1 perc kevergetés után sem oldódik fel.

3 pont A táblázat kitöltése.

1 pont A citromsav kalcium sója savas közegben jobban oldódik mint vízben.

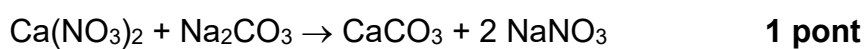
3. Feladat: A kalcium- és magnézium vegyületek reakciói (15 pont)

2 pont Kémcsöves reakciók megvalósításáért.

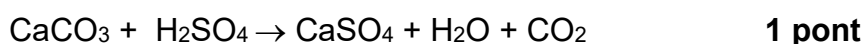
Reakciók $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – oldattal (5,5 pont)

Minden egyes megfigyelésért 0,5 pont adható. A helyes reakcióegyenletre 1 pont jár, amennyiben-helyesen adja meg a tanuló a végtermékeket és helyesen tünteti fel a reakcióegyenletben a sztöchiometriai együtthatókat. Ha hiányoznak a sztöchiometriai koeficienssek, akkor csak 0,5 pont jár.

Az I. kémcső fehér csapadék keletkezése **0,5 pont**

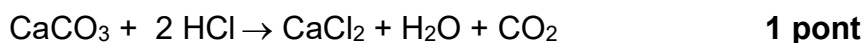


Az A kémcső buborékok, a csapadék „eltűnik“/feloldódik **0,5 pont**



etanol hozzáadásával: fehér csapadék keletkezése **0,5 pont**

A B kémcső: buborékok, a csapadék „eltűnik“/feloldódik **0,5 pont**



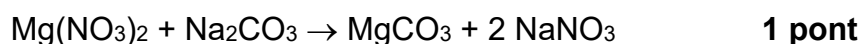
etanol hozzáadásával: nem történik változás **0,5 pont**

Reakciók $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ – oldattal (5,5 pont)

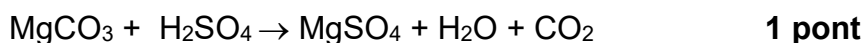
Minden egyes megfigyelésért 0,5 pont adható. A helyes reakcióegyenletre 1 pont jár, amennyiben helyesen adja meg a tanuló a végtermékeket és helyesen

tünteti fel a reakcióegyenletben a sztöchiometriai együtthatókat. Ha hiányoznak a sztöchiometriai koeficiensek, akkor csak 0,5 pont jár.

A II. kémcső fehér csapadék keletkezése **0,5 pont**

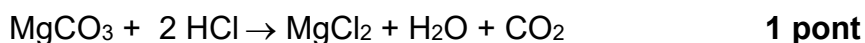


A C kémcső buborékok, a csapadék „eltűnik“/feloldódik **0,5 pont**



etanol hozzáadásával: nem történik változás **0,5 pont**

A D kémcső buborékok, a csapadék „eltűnik“/feloldódik **0,5 pont**



etanol hozzáadásával: nem történik változás **0,5 pont**

Kérdés (2 pont):

a) síran vápenatý / kalcium-szulfát **1 pont**

b) uhličitan vápenatý / kalcium-karbonát, uhličitan horečnatý / magnézium-karbonát

1 pont

Szerzők: RNDr. Jana Chrappová, PhD. (a szerzői kollektíva vezetője),

Bc. Adriána Cisková, Mgr. Jela Nociarová, PhD.

Recenzensek: RNDr. Marika Blaškovičová, Mgr. Ladislav Blaško

Felelős szerkesztő: RNDr. Jana Chrappová, PhD.

Fordítás: Mgr. Katarína Szarka, PhD.

Slovenská komisia chemickej olympiády- Szlovák Kémiai Olimpiai Bizottság

Kiadó: NIVaM – Národný inštitút vzdelávania a mládeže - Nemzeti Oktatási és Ifjúsági

Intézet, Bratislava 2023